



СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Alimdjanov Xayot Farxadovich

Head teacher, department of "Technologies of mobile communication" Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan

Организация спутниковой навигации

Спутниковая радионавигация является одним из современных направлений спутниковой связи. Она обеспечивает качественно новый уровень координатно-временного обеспечения наземных, морских, воздушных и космических потребителей.

Это подтверждается такими важными достоинствами современных спутниковых радионавигационных систем (СРНС) типа ГЛОНАСС и GPS (NAVSTAR), как глобальность рабочей зоны, неограниченная пропускная способность, скрытность, живучесть, беспрецедентно высокая точность и непрерывность измерений пространственных координат потребителей, их скорости движения и пространственной ориентации, текущего времени и т.д. Указанные свойства СРНС предопределили возможность рассмотрения вопроса об использовании в перспективе СРНС в качестве единственного средства для определения местоположения летательного аппарата (ЛА) и времени. В настоящее время предусматривается использование СРНС не только в целях навигации, но и для наблюдения за воздушным пространством в целях УВД (принцип зависимого наблюдения). Кроме того, предполагается использование СРНС для сокращения минимума эшелонирования, обеспечения опознавания летательных аппаратов в рамках реализации концепции координатно-временного опознавания.

Основными элементами спутниковой навигационной системы являются космический, наземный и пользовательский сегмент.

Космический сегмент, состоящий из навигационных спутников, представляет собой совокупность источников радионавигационных сигналов, передающих одновременно значительный объем служебной информации. Основные функции каждого спутника - формирование и излучение радиосигналов, необходимых для навигационных определений потребителей и контроля бортовых систем спутника.

В состав наземного сегмента входят космодром, командно-измерительный комплекс и центр управления. Космодром обеспечивает вывод спутников на требуемые орбиты при первоначальном развертывании навигационной системы, а также периодическое восполнение спутников по мере их выхода из строя или выработки ресурса. Главными объектами космодрома являются техническая позиция и стартовый комплекс. Техническая позиция обеспечивает



прием, хранение и сборку ракет-носителей и спутников, их испытания, заправку и состыковку. В число задач стартового комплекса входят: доставка носителя с навигационным спутником на стартовую площадку, установка на пусковую систему, предполетные испытания, заправка носителя, наведение и пуск.

Командно-измерительный комплекс служит для снабжения навигационных спутников служебной информацией, необходимой для проведения навигационных сеансов, а также для контроля и управления ими как космическими аппаратами.

Центр управления, связанный информационными и управляющими радиопередачами с космодромом и командно-измерительным комплексом, координирует функционирование всех элементов спутниковой навигационной системы.

В пользовательский сегмент входит аппаратура потребителей. Она предназначена для приема сигналов от навигационных спутников, измерения навигационных параметров и обработки измерений. Для решения навигационных задач в аппаратуре потребителя предусматривается специализированный встроенный компьютер. Разнообразие существующей аппаратуры потребителей обеспечивает потребности наземных, морских, авиационных и космических (в пределах ближнего космоса) потребителей.

Измерение дальности до навигационных спутников.

Современная спутниковая навигация основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными спутниками и потребителем. Это означает, что потребителю передается в составе навигационного сигнала информация о координатах спутников.

Одновременно (синхронно) производятся измерения дальностей до навигационных спутников. Способ измерений дальностей основывается на вычислении временных задержек принимаемого сигнала от спутника по сравнению с сигналом, генерируемым аппаратурой потребителя.

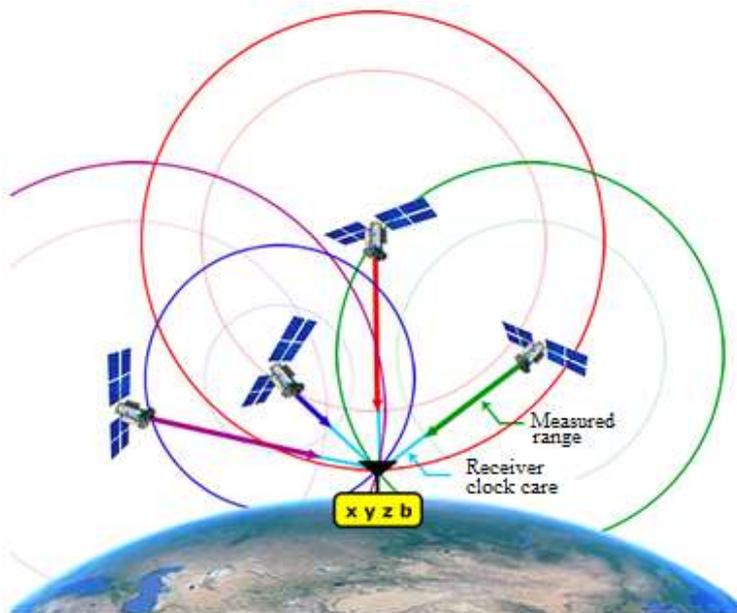


Fig.1. Принцип работы навигационной системы

На рисунке 1 приведена схема определений местоположения потребителя с координатами x, y, z на основе измерений дальности до четырех навигационных спутников. Цветными яркими линиями показаны окружности, в центре которых расположены спутники. Радиусы окружностей соответствуют истинным дальностям, т.е. истинным расстояниям между спутниками и потребителем. Цветные неяркие линии – это окружности с радиусами, соответствующими измеренным дальностям, которые отличаются от истинных и поэтому называются псевдодальностями. Истинная дальность отличается от псевдодальности на величину, равную произведению скорости света на уход часов b , т.е. величину смещения часов потребителя по отношению к системному времени. На рисунке показан случай, когда уход часов потребителя больше нуля – то есть часы потребителя опережают системное время, поэтому измеренные псевдодальности меньше истинных дальностей.

В идеальном варианте, когда измерения производятся точно и показания часов спутников и потребителя совпадают для определения положения потребителя в пространстве достаточно произвести измерения до трех навигационных спутников.

Геоцентрические системы координат - системы координат, начало которых совпадает с центром масс Земли. Их также называют общеземными или глобальными.

Для построения и поддержания общеземных систем координат используются четыре основных метода космической геодезии:

- радиointерферометрия со сверхдлинной базой (РСДБ),
- лазерная локация космических аппаратов (SLR),
- доплеровские измерительные системы (DORIS),



- навигационные измерения космических аппаратов ГЛОНАСС и других геостационарных спутниковых систем связи.

Международная земная система координат ITRF является эталоном земной системы координат.

В соответствии с решаемыми задачами применяются два типа систем времени: астрономические и атомные.

Системы астрономического времени основаны на суточном вращении Земли. Эталоном для построения шкал астрономического времени служат солнечные или звездные сутки, в зависимости от точки небесной сферы, по которой производится измерение времени.

Всемирное время UT (Universal Time) – это среднее солнечное время на гринвическом меридиане.

Всемирное координированное время UTC синхронизировано с атомным временем и является международным стандартом, на котором базируется гражданское время.

Спутниковая радионавигационная система является пространственно-временной системой с зоной действия, охватывающей всё околоземное пространство, и функционирует в собственном системном времени. Важное место в ГНСС отводится проблеме временной синхронизации подсистем. Временная синхронизация важна и для обеспечения заданной последовательности излучения сигналов всех навигационных спутников. Она обуславливает возможность применения пассивных дальномерных (псевдодальномерных) методов измерений. Наземный командно-измерительный комплекс обеспечивает синхронизацию шкал времени всех навигационных КА путем их сверки и коррекции (непосредственной и алгоритмической).